



彭卫军，教授，复旦大学博士研究生导师，现任复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科主任，中国抗癌协会肿瘤影像专业委员会候任主任委员，上海医学会放射诊断专科委员会副主任委员，上海市抗癌协会肿瘤影像专业委员会主任委员，中华医学会放射学分会乳腺学组副组长。

CT结肠成像术的临床应用及其在结直肠癌中的研究进展

胡飞翔，童彤，彭卫军

复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科，复旦大学上海医学院肿瘤学系，上海 200032

[摘要] CT结肠成像术(computed tomographic colonography, CTC)对于结直肠癌(colorectal cancer, CRC)具有良好的评价效果，自CTC开展以来已取得了很多突破性的研究进展。CTC相比传统结肠镜(conventional colonoscopy, CC)和钡灌肠(barium enema, BE)而言，具有微侵入性、检查时间短、易于患者接受和并发症较少等特点。电子清洁(electronic cleansing, EC)、双能CT(dual-energy CT, DECT)等新技术的应用丰富了CTC检查。2005年，虚拟肠镜工作小组提出“CT结肠成像报告和数据系统(computed tomographic colonography reporting and data system, C-RADS)”标准报告方案，他们提议报告需要包括病变大小、数量、形态、位置、衰减量及建议病灶监测。综述了CTC的临床应用及其研究进展，并就检查技术、适应证、禁忌证及安全风险进行了简单介绍。

[关键词] CT结肠成像术；结直肠癌；CT结肠成像报告和数据系统；电子清洁；双能CT

DOI: 10.3969/j.issn.1007-3969.2015.11.006

中图分类号: R735.3 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639(2015)11-0871-06

Research progress and clinical applications of computed tomographic colonography in colorectal cancer HU Feixiang, TONG Tong, PENG Weijun (Department of Diagnostic Radiology, Fudan University Shanghai Cancer Center; Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: PENG Weijun E-mail: cjr.pengweijun@vip.163.com

[Abstract] Computed tomography colonography (CTC) is a well-established technique for evaluation of colorectal cancer (CRC). Significant advances have been made in the technique of CTC since its inception. Besides being an excellent tool for detection of CRC, it is minimally invasive, less time-consuming and well tolerated by patients. Furthermore, it has fewer complications than conventional colonoscopy (CC) or barium enema (BE). The application of new technologies, such as electronic cleansing (EC) and dual-energy CT (DECT), enriches the examination of CTC. In 2005, a standardized reporting scheme, “CT colonography reporting and data system

(C-RADS)", was put forward by the working group on virtual colonoscopy. They proposed that the report should include lesion size, number, morphology, location, attenuation and recommendations for lesion surveillance. New research progress and clinical applications of CTC in CRC are reviewed in this article. In addition, the paper also briefly touches upon technique, indications, contraindications, safety and risk of CTC.

[Key words] Computed tomography colonography; Colorectal cancer; Computed tomographic colonography reporting and data system; Electronic cleansing; Dual-energy CT

结直肠癌(colorectal cancer, CRC)具有较高的发病率和死亡率。目前欧洲一些国家应用粪便隐血试验(fecal occult blood test, FOBT)进行CRC筛查^[1],可以降低CRC死亡率。结肠镜检对于CRC检测非常有效,并且通过在内镜下切除息肉可以降低CRC的发病率和死亡率。在欧洲,结肠镜检主要用于FOBT阳性或有症状的患者,或者用于有CRC风险的预防。CT结肠成像术(computed tomographic colonography, CTC)是一种微侵入成像技术,可以高度精确地检测出CRC及腺瘤性息肉等病变,而且比钡灌肠(barium enema, BE)更易操作,CTC可以作为结肠镜的补充选择,并在临床应用中发挥着越来越重要的作用。

1 CTC检查技术

1.1 肠道准备

CTC检查与传统结肠镜(conventional colonoscopy, CC)检查前都需要严格清肠。可供选择的排泄药物包括番泻叶、硫酸镁、26%高渗甘露醇、柠檬酸镁、磷酸钠及聚乙二醇等。Borden等^[2]对国外常用的两种排泄药磷酸钠和柠檬酸镁的清肠效果进行研究,得出两者均能达到满意效果,但是具有急性磷酸盐肾病风险者,宜使用柠檬酸镁。粪便标记技术(48 h前口服碘剂或钡剂)可以提高CTC息肉检出率并且减少假阳性率^[3]。口服对比剂用于标记残留的粪便和液体,从而使得它们具有更高的密度且更容易与软组织密度的息肉和肿瘤相区别。

1.2 结肠充气

结肠充分扩张对于2D和3D图像上显示病灶是十分重要的。目前CTC检查要求患者需分别做仰卧位和俯卧位联合扫描,可以改变部分残留粪便及液体的位置,并且使肠腔充分膨胀。主要操作方法是经肛管注入空气或CO₂扩张肠

腔,CO₂相比空气更常用于CTC的检查,因为CO₂的脂溶性高且易于吸收,CO₂发生装置的运用更安全和方便。电脑自动充气仪可以更仔细地控制肠道内压力,使得肠腔能够获得最优的扩张,并且可以提供比手动打气更好的膨胀效果。

1.3 解痉剂

解痉剂可以用于一些特殊的患者,如具有明显的腹痛或持续的肠痉挛者。有研究认为,解痉剂并不能有效减轻肠道扩张所引起的不适,并不主张在CTC检查时使用解痉剂^[4]。

1.4 结肠扫描协议

结肠扫描协议分筛查性和诊断性,常规扫描协议包括扫描模式(螺旋模式)、扫描层厚(1.25 mm/0.625 mm)、扫描层间隔(1.25 mm/0.625 mm)、管电压(120 kV)、管电流(100 mA)和重建模式(标准算法,仰俯卧位联合扫描)。

1.5 常用的后处理技术

CT结肠成像术常用的后处理技术包括最大密度投影、表面遮盖显示、容积再现技术、多平面/曲面重建、CT仿真内镜、透明显示和计算机辅助检测。

2 适应证与禁忌证

最近,有文献详细列举了CTC检查的适应证与禁忌证^[5]。CTC检查的绝对适应证:CC检查不完全或失败,年老或虚弱的患者,非急性憩室性疾病的研究,具有症状(腹痛、腹泻、便秘、胃肠出血、贫血、肠梗阻及体重减轻等)的患者,腹腔镜手术前肿瘤的定位。相对适应证: CRC的筛查,具有CRC病史患者的监测。禁忌证:急腹症(急性憩室炎或炎症性肠病),内镜切除术后,另外,内镜活检并不视为禁忌证,当天即可安全进行CTC检查;CTC检查还应该避免用于长期炎症性肠病或克罗恩病的监

测。另外,有研究指出,CTC还可用于恶性结肠肿瘤致急性结肠梗阻支架术后的评估^[6]。

3 CTC检查的安全性及风险

在最近的一项Meta分析中^[7],103 399例患者的CTC穿孔率约为0.04%;有症状的患者要比个人筛查的穿孔率高出19倍,因CTC检查而导致手术的概率为0.008%,并没有CTC导致死亡的相关报道。CTC的辐射与患癌症的风险相关,但是筛查所带来的益处要多于潜在的辐射危害。这种辐射相关的风险在单能CTC检查中非常低,据估计50岁以后患辐射相关癌症的风险为0.14%,70岁以后为0.07%,并且可以通过优化扫描协议大幅度减少辐射剂量^[8]。另一项研究报道,50~80岁患者每5年进行一次CTC筛查增加患辐射相关癌症的风险不足0.2%^[9]。Liedenbaum等^[10]对34个研究机构的CTC应用方案进行评估,并指出有效剂量范围为2.6~14.7 mSv/次,平均剂量为5.6 mSv,管电压为120 kV,管电流为25~100 mA。患者在切除CRC后有30%的复发风险^[11],局部复发可以发生在吻合口或切缘附近。肠外复发包括远处转移至肝、肺及腹膜等。CTC可用于术后监测,结肠癌根治切除术可以结合肠道和肠外检查,如光镜和对比增强腹部CT。

4 CTC的临床应用

4.1 CTC和CRC的诊断

CTC是CRC诊断较好的影像学检查方法。一些随机、多中心试验及Meta分析数据显示,对于CRC、大息肉和晚期息肉的诊断,CTC和结肠镜具有相似的结果,并且要比BE更有优越性^[7]。最近一项随机试验(SIGGAR试验)^[12-13],将CTC与结肠镜和BE进行了比较,结果显示,CTC对CRC及大息肉的检出率要明显高于BE(7.3%比5.6%, $P<0.039$),CTC与结肠镜相似(均为11%)。有Meta分析将BE与CTC进行比较^[14],CTC的诊断率较BE高,当息肉大于等于10 mm时,CTC的灵敏度和特异度分别为12.0%和10.3%,当息肉为6~9 mm时,CTC的灵敏度为30.1%。除了诊断性能较好外,CTC也更易于被患者接受,并且比BE辐射剂量低^[15]。愈疮木

粪便隐血试验和乙状结肠镜检可以降低CRC的死亡率,分别降低16%和22%~31%。而CTC尚未进行CRC发病率和死亡率的随机试验。最近一项Meta分析显示,在平均风险的人群筛查中CTC的准确性^[16],据估计大于等于10 mm的晚期肿瘤灵敏度为88%。荷兰一项基于人群的随机筛查试验^[17],报道结肠镜和CTC的参与率分别为22%和34%,并且晚期肿瘤的检出率分别为8.7%和6.1%。FOBT/FIT筛查应每2年重复1次,5~10年1次则推荐CTC和内镜筛查。在SIGGAR试验中,CTC和结肠镜在大息肉(大于等于10 mm)和CRC的诊断率上并没有明显差异^[13]。CTC在有症状的CRC患者的诊断混合灵敏度是96%(169/176)^[13]。在一项Meta分析中,CTC诊断CRC的灵敏度为96.1%^[18]。腹部症状有时是由于非肿瘤性病变引起,对于这种情况可以进行CTC和结肠镜检。虽然憩室病和腹部症状间的关系并不明确,但是CTC较结肠镜更易诊断^[13,19]。结肠镜在发现结肠炎性病变和病灶性质上更具优势^[13],并且可以进行息肉切除及组织活检。

4.2 无法完成肠镜者行CTC检查的必要性

据报道,结肠镜检查有10%~15%无法完成^[20-21],流行病学研究指出无法完成结肠镜检查的患者已经具有较高的间期癌风险^[22]。无法完成结肠镜检可以通过重复检查或放射学方法解决,不充分的肠道准备会导致重复结肠镜检查,而由于CRC或其他病变引起梗阻及患者难以耐受则可进行CTC检查。在无法完成结肠镜检时,CTC可作为首选。CTC可以在内镜检查后的同一天进行。在插入肛门前,超低/低剂量CTC腹部和盆腔预扫描可以排除肠腔外气体的可能(如肠穿孔引起)。Hough等^[23]的研究结果显示,有262例患者无法完成结肠镜检查,对其进行CTC检查,共有2例发生穿孔(0.8%,95%CI:0.1~2.7)^[23]。在内镜指导下行息肉和(或)黏膜切除术后,需谨慎考虑延迟2周进行CTC检查。但是,很少有证据表明在内镜指导下行切除术与CTC检查的具体时间间隔。因此,每个病例的时间间隔都需内镜医生和放射科医生共同讨

论。最近一项研究显示, 研究者对65例管腔狭窄的CRC患者进行了内镜下息肉切除术和活检取样, 在24 h内进行CTC检查未见肠道穿孔发生^[24]。因CRC引起梗阻导致无法完成结肠镜者, 手术前需要排除同期CRC, 梗阻导致梗阻部位后的病灶难于显示, 因此整段结肠病变的精确定位就显得尤为必要。一项基于人群的研究报道了荷兰的13 683例CRC患者, 其中3.9%被诊断具有同期CRC, 在CRC患者中有34%具有两个不同位置的肿瘤^[25]。遗漏同期肿瘤会增加发病率。有研究显示, 术中触诊会遗漏69%的同期恶性肿瘤^[26-27]。因此, 术前对整段结肠进行精确评估是有必要的。当阻塞性CRC影响了完整的结肠镜评估时, CTC是一种安全有效的选择。近期的一项研究显示, 286例CRC患者在结肠镜检查失败后, CTC检查同期肿瘤和晚期肿瘤的阴性预计值分别为100%和97%^[28]。CTC和结肠镜在肿瘤的诊断中具有相似的灵敏度, 并且在同期肿瘤的发现上具有优势。患者的腹部症状提示患有CRC者需要进行详细的检查, 除非临床检查和粪便检测可以排除CRC, 检查需易于患者接受及具有安全性。

4.3 CT结肠成像报告和数据系统(computed tomographic colonography reporting and data system, C-RADS)

2005年, 虚拟肠镜工作小组提出“C-RADS”标准报告方案^[29], 并提议报告需要包括病变大小、数量、形态、位置、衰减量及建议肿瘤监测: ① C0, 检查不充分(不充分的肠道准备, 肠道充气不足); ② C1, 正常结肠或正常病变(息肉小于6 mm, 建议行常规CTC筛查或5年内结肠镜检查); ③ C2, 中等大小息肉或不确定的发现(息肉6~9 mm, 数量小于3, 建议在CTC息肉监测或结肠镜下行息肉切除); ④ C3, 息肉, 可能是晚期腺瘤(息肉大于等于10 mm, 大于等于3个息肉, 并且大小在6~9 mm, 建议在结肠镜下行息肉切除); ⑤ C4, 结直肠肿块, 倾向恶性(肠腔病变, 显示出肠外侵犯, 建议结合外科手术会诊)。有筛查研究指出^[30], C-RADS的CRC评价的分类比率

为C0(0.7%)、C1(85.0%)、C2(8.6%)、C3(5.2%)及C4(0.6%)。C2~C4有14.3%的阳性率, 并且男性阳性率(17.5%)要高于女性(11.6%, $P<0.000 1$), 阳性率的增加与年龄同样相关, 50~64岁的阳性率为13.4%, 65~79岁的阳性率为21.8%($P<0.000 1$)。

4.4 肠外发现

CTC包含了腹盆腔CT扫描, 因此可以发现肠外的病变。虽然有些肠外病变可以解释一些临床症状, 但是大部分肠外发现被证明是无紧要的, 这会增加一些不必要的检查。一些研究特别注意那些有症状的患者, 这些患者发病率明显较高, 据报道筛查^[31]和有症状者^[12-13]患肠外恶性肿瘤发病率分别是0.35%和1.9%。肠外发现在筛查性CTC很常见, 据估计占筛查者的1/4或超过1/2。随着年龄的增长肠外病变的发生率显著提高。有研究显示, 年轻人肠外病变发生率为55.4%, 65岁为74%, 65岁以后发生率仍会提高^[32]。

5 近期研究进展

5.1 电子清洁(electronic cleansing, EC)

EC是一项新兴的技术, 可以用于CTC去除标记的肠道残留物。但是, 目前在EC检查过程中会产生各种类型的伪影, 从而降低了CTC的图像质量。标记物会使肠道黏膜表面显示不清, 尤其是那些淹没于或毗邻标记残留物的微小病变。EC的目标是通过去除标记的肠腔残留物而获得“完全清洁”肠道。经过10多年的研究, EC已经可以清晰地显示整个肠道的表面。一系列EC工具得以应用, 包括体素分类、梯度边缘检测、物质转换、打包混合法、马赛克分解及混合法, 但是目前的EC工具易产生伪影和容易造成误读。常见的清洁伪影可分为部分容积效应、交界边缘假强化及标记不均匀。

5.2 双能CT(dual-energy CT, DECT)

DECT是在两个互异的能谱下扫描物体得到高低能投影, 通过双能重建可以获得物质有效原子序数图像及电子密度图像。X射线的本质是电磁波, 因而同时具有波粒二象性。由光子组成X射线照射在物体上时, 会发生吸收和散射现象, 形成了通常意义上的衰减。实际上, X

射线穿过物体时发生了光电吸收效应和康普顿散射效应，低能量照射情况下以光电吸收效应为主，高能量照射情况下以康普顿散射效应为主，因此相同物质在不同能量照射下对X射线的衰减值不同。DECT就是基于这一原理，当被扫描物体的物质构成比例未知时，分别用两种不同能量的X射线对物体进行扫描，然后通过类似求解线性方程组的方法可以获得被扫描对象的内部组成信息。

目前临床上应用比较成熟的DECT系统主要有德国Siemens公司的Somatom Definition CT系统和美国GE公司的宝石CT系统。DECT这种去除物质的能力，在碘标记的物质上更明显。CTC粪便标记运用DECT可以减少清洁伪影，帮助鉴别部分容积效应、空气与标记物交界处的假强化及不完全标记的肠道残留物。DECT具有显著提高CTC去除标记残留物的能力。

双能指数(dual-energy index, DEI)是指通常物质的衰减系数与光子能量、组织密度和原子序数有关。DEI是一个可靠的指标，不同物质在互异的能谱下衰减值具有相对的改变。例如，尽管碘对比剂和骨在传统的单能CT影像上具有相似的高衰减值，但是碘的DEI要明显高于骨，这就提供了一个很好的区别碘对比剂和骨的方法，同理可以将肠腔内标记的残留物与肠道病变相区别。理论上DEI和物质的密度并不相关，而与光子能量和物质的有效原子序数有关。然而，我们测量的DEI是基于重建影像的衰减值，这不仅依靠光子能和有效原子序数，而且和它的密度相关。总之，高密度物质比低密度物质在重建的图像上易产生严重的硬化边伪影，例如，骨和碘标记的残留物。在单能CT上无法区分的物质，可通过DEI的不同进行辨别，这就为更好地判断肠道病变和非病变性物质提供了有利的方法。

6 结束语

随着CTC的不断发展，其临床应用也必将越来越广泛，此时一份标准的CTC报告在多方面都显得尤为重要。它可以帮助患者配合医生去决定一个治疗计划，可以确保在不同机构中

CTC研究及报告具有一致性。此外，一份标准的CTC报告还有助于评价或审核CTC研究质量。因此，随着CTC与临床实践的联系越来越密切，我们需要将CTC检查报告标准化。一份标准的报告需要包括病变大小、数量、形态、位置、衰减量及建议肿瘤监测，并进行C-RADS分级。放射科医师在常规的影像诊断报告时应按照一定的步骤要求，结合计算机辅助后处理等技术对CRC进行准确的诊断、分类和分级，并为临床分期提供有效的影像参数。最终，这可能创造出一个巨大的数据库，可以用来指导放射科工作者的学习和研究。

[参 考 文 献]

- [1] REMBACKEN B, HASSAN C, RIEMANN J F, et al. Quality in screening colonoscopy: position statement of the European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) [J]. *Endoscopy*, 2012, 44(10): 957-968.
- [2] BORDEN Z S, PICKHARDT P J, KIM D H, et al. Bowel preparation for CT colonography: blinded comparison of magnesium citrate and sodium phosphate for catharsis [J]. *Radiology*, 2010, 254(1): 138-144.
- [3] YEE J, WEINSTEIN S, MORGAN T, et al. Advances in CT colonography for colorectal cancer screening and diagnosis [J]. *J Cancer*, 2013, 4(3): 200-209.
- [4] MORRIN M M, FARRELL R J, KEOGAN M T, et al. CT colonography: colonic distention improved by dual positioning but not intravenous glucagon [J]. *Eur Radiol*, 2002, 12(3): 525-530.
- [5] LAGHI A. Computed tomography colonography in 2014: an update on technique and indications [J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(45): 16858-16867.
- [6] CHA E Y, PARK S H, LEE S S, et al. CT colonography after metallic stent placement for acute malignant colonic obstruction [J]. *Radiology*, 2010, 254(3): 774-782.
- [7] BELLINI D, RENGO M, DE CECCO C N, et al. Perforation rate in CT colonography: a systematic review of the literature and meta analysis [J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(7): 1487-96.
- [8] BRENNER D J, ELLISTON C D. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening [J]. *Radiology*, 2004, 232(3): 735-738.
- [9] PERISINAKIS K, SEIMENIS I, TZEDAKIS A, et al. Screening computed tomography colonography with 256-slice scanning: should patient radiation burden and associated cancer risk constitute a major concern? [J]. *Invest Radiol*, 2012, 47(8): 451-456.
- [10] LIEDENBAUM M H, VENEMA H W, STOKER J. Radiation dose in CT colonography-trends in time and differences

- between daily practice and screening protocols [J]. *Eur Radiol*, 2008, 18(10): 2222-2230.
- [11] KIM H J, PARK S H, PICKHARDT P J, et al. CT colonography for combined colonic and extracolonic surveillance after curative resection of colorectal cancer [J]. *Radiology*, 2010, 257(3): 697-704.
- [12] HALLIGAN S, WOOLDRAGE K, DADSWELL E, et al. Computed tomographic colonography versus barium enema for diagnosis of colorectal cancer or large polyps in symptomatic patients(SIGGAR): a multicentre randomised trial [J]. *Lancet*, 2013, 381(9873): 1185-1193.
- [13] ATKIN W, DADSWELL E, WOOLDRAGE K, et al. Computed tomographic colonography versus colonoscopy for investigation of patients with symptoms suggestive of colorectal cancer (SIGGAR): a multicentre randomised trial [J]. *Lancet*, 2013, 381(9873): 1194-1202.
- [14] SOSNA J, SELLA T, SY O, et al. Critical analysis of the performance of double-contrast barium enema for detecting colorectal polyps > or = 6 mm in the era of CT colonography [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(2): 374-385.
- [15] NERI E, FAGGIONI L, CERRI F, et al. CT colonography versus double-contrast barium enema for screening of colorectal cancer: comparison of radiation burden [J]. *Abdom Imaging*, 2010, 35(5): 596-601.
- [16] DE HAAN M C, VAN GELDER R E, GRASER A, et al. Diagnostic value of CT-colonography as compared to colonoscopy in an asymptomatic screening population: a meta-analysis [J]. *Eur radiol*, 2011, 21(8): 1747-1763.
- [17] STOOP E M, DE HAAN M C, DE WIJKERSLOOTH T R, et al. Participation and yield of colonoscopy versus non-cathartic CT colonography in population-based screening for colorectal cancer: a randomised controlled trial [J]. *Lancet Oncol*, 2012, 13(1): 55-64.
- [18] PICKHARDT P J, HASSAN C, HALLIGAN S, et al. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection-systematic review and meta-analysis [J]. *Radiology*, 2011, 259(2): 393-405.
- [19] WHITE T J, AVERY G R, KENNAN N, et al. Virtual colonoscopy vs conventional colonoscopy in patients at high risk of colorectal cancer a prospective trial of 150 patients [J]. *Colorectal Dis*, 2009, 11(2): 138-145.
- [20] SHAH H A, PASZAT L F, SASKIN R, et al. Factors associated with incomplete colonoscopy: a population-based study [J]. *Gastroenterology*, 2007, 132(7): 2297-2303.
- [21] ASLINIA F, URADOMO L, STEELE A, et al. Quality assessment of colonoscopic cecal intubation: an analysis of 6 years of continuous practice at a university hospital [J]. *Am J Gastroenterol*, 2006, 101(4): 721-731.
- [22] BAXTER N N, SUTRADHAR R, FORBES S S, et al. Analysis of administrative data finds endoscopist quality measures associated with postcolonoscopy colorectal cancer [J]. *Gastroenterology*, 2011, 140(1): 65-72.
- [23] HOUGH D M, KUNTZ M A, FIDLER J L, et al. Detection of occult colonic perforation before CT colonography after incomplete colonoscopy: perforation rate and use of a low-dose diagnostic scan before CO₂ insufflation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191(4): 1077-1081.
- [24] KIM S Y, PARK S H, CHOI E K, et al. Automated carbon dioxide insufflation for CT colonography: effectiveness of colonic distention in cancer patients with severe luminal narrowing [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(3): 698-706.
- [25] KIM M S, PARK Y J. Detection and treatment of synchronous lesions in colorectal cancer: the clinical implication of perioperative colonoscopy [J]. *World J Gastroenterol*, 2007, 13(30): 4108-4111.
- [26] HEALD R J, BUSSEY H J. Clinical experiences at St. Mark's Hospital with multiple synchronous cancers of the colon and rectum [J]. *Dis Colon Rectum*, 1975, 18(1): 6-10.
- [27] ACHIAM M P, BURGDORF S K, WILHELMSEN M, et al. Inadequate preoperative colonic evaluation for synchronous colorectal cancer [J]. *Scand J Surg*, 2009, 98(1): 62-67.
- [28] PARK S H, LEE J H, LEE S S, et al. CT colonography for detection and characterisation of synchronous proximal colonic lesions in patients with stenosing colorectal cancer [J]. *Gut*, 2012, 61(12): 1716-1722.
- [29] ZALIS M E, BARISH M A, CHOI J R, et al. CT colonography reporting and data system:a consensus proposal [J]. *Radiology*, 2005, 236(1): 3-9.
- [30] POOLER B D, KIM D H, LAM V P, et al. CT colonography reporting and data system (C-RADS): benchmark values from a clinical screening program [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 202(6): 1232-1237.
- [31] PICKHARDT P J, KIM D H, MEINERS R J, et al. Colorectal and extracolonic cancers detected at screening CT colonography in 10,286 asymptomatic adults [J]. *Radiology*, 2010, 255(1): 83-88.
- [32] MACARI M, NEVSKY G, BONAVITA J, et al. CT colonography in senior versus nonsenior patients: extracolonic findings, recommendations for additional imaging, and polyp prevalence [J]. *Radiology*, 2011, 259(3): 767-774.

(收稿日期: 2015-04-18)